

การวางแผนตัดแผ่นไม้สำหรับเฟอร์นิเจอร์แบบน็อคดาวน์ด้วยวิธีฮิวริสติก

บุญยณัฐ โกสุเตา*¹, จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน² และ รุ่งรัตน์ ภิลักษณ์³

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
บางเขน เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Received: 12 April 2021; Revised: 30 April 2021; Accepted: 18 May 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการวางแผนการตัดแผ่นไม้ สำหรับตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์ที่ช่วยลดปริมาณเศษไม้เหลือทิ้งให้กับโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์แห่งหนึ่ง โดยนำข้อมูลจำนวนและขนาดของแผ่นไม้ที่เป็นชิ้นส่วนในแต่ละแบบของตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์ มาจัดเรียงบนแผ่นไม้วัตถุดิบด้วยวิธี Best Fit Direct ซึ่งเป็นวิธีฮิวริสติกที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีวิธีหนึ่ง มีการพัฒนาโปรแกรมในการคำนวณและประมวลผลการจัดเรียงแผ่นไม้ชิ้นส่วนด้วย Microsoft Excel VBA โดยโปรแกรมจะรับข้อมูลจำนวนและขนาดของแผ่นไม้ชิ้นส่วนมาจัดเรียงตามวิธี Best Fit Direct จากนั้นแสดงผลการคำนวณจำนวนแผ่นไม้ที่ใช้และเศษเหลือในรูปแบบตาราง และผลการจัดเรียงแผ่นไม้ชิ้นส่วนลงบนแผ่นไม้วัตถุดิบเป็นแผนผังการจัดวางในรูปแบบภาพ 2 มิติ เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งาน และสามารถประกอบตู้เฟอร์นิเจอร์ได้อย่างถูกต้อง จากผลลัพธ์ในการจัดวางแบบแผนการตัดแผ่นไม้ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นพบว่า สามารถลดปริมาณเศษไม้เหลือทิ้งได้ทั้งหมด 29.93 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: วิธีฮิวริสติก, การวางแผนการตัดแผ่นไม้, ปัญหาการตัดแบบ 2 มิติ

* Corresponding author. E-mail: punyanuch.ko@ku.th

¹ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

² รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Determining Wood Sheet Cutting Pattern for Knockdown Furniture Using Heuristic Algorithms

Punyanuch Kosutao*¹, Chansiri Singhtaun² and Roongrat Pisuchpen³

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering Kasetsart University Bangkokhen 50
Ngamwongwan Road., Ladyao, Chatuchak, Bangkok, 10900

Received: 12 April 2021; Revised: 30 April 2021; Accepted: 18 May 2021

Abstract

The objective of this research is to determine the wood sheet cutting pattern for knock-down cabinets of a furniture factory in order to reduce wasted wood sheets. The number and size of wood planks which are the components of the cabinet are arranged on the wood sheets using an effective heuristic algorithm called best fit direct algorithm. The program for calculating and processing the arrangement of the wood planks is developed by Microsoft Excel VBA. This program receives the input data, which are number and size of wood planks. These wood planks are arranged according to the best fit direct algorithm. The number of wood sheets and wood chips are figured out and shown in Table form. The arrangement of wood planks on every wood sheet is shown in 2D picture that is convenient for applications. The numerical results show that using the developed program can reduce wood chips by 29.93 %.

Keywords: heuristic algorithm, wood sheet cutting pattern, two-dimensional cutting stock problem

* Corresponding author. E-mail: punyanuch.ko@ku.th

1 Master's degree students of Graduate Program in Engineering Management, Department of Industrial Engineering, Faculty of engineering Kasetsart University

2 Associate Professor Department of Industrial Engineering, Faculty of engineering Kasetsart University

3 Associate Professor Department of Industrial Engineering, Faculty of engineering Kasetsart University

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

บริษัทคณานับ อินทีเรีย แอนด์อคาติเคเจอร์ จำกัด เป็นบริษัทผลิตตู้เฟอร์นิเจอร์ ทั้งแบบยึดติดกับสถานที่ (Built-in Furniture) และแบบลอยตัวประเภทถอดประกอบได้ (Knockdown Furniture) หรือที่นิยมเรียกว่า เฟอร์นิเจอร์แบบน็อคดาวน์ เฟอร์นิเจอร์แบบน็อคดาวน์ เป็นที่นิยมมากขึ้นเนื่องจากนำไปตกแต่งและปรับเปลี่ยนสถานที่ตั้งได้ง่าย โดยยอดขายเฟอร์นิเจอร์แบบน็อคดาวน์คิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ของเฟอร์นิเจอร์ทั้งหมด เฟอร์นิเจอร์แบบน็อคดาวน์ที่บริษัทแห่งนี้ผลิตทั้งหมดเป็นตู้เสื้อผ้า ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์ของบริษัททริศศึกษา มีทั้งหมด 5 แบบ ได้แก่

1.1.1 ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์ขนาด 1.2 เมตร

1.1.2 ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์ขนาด 1.2 เมตร พร้อมลิ้นชัก

1.1.3 ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์ขนาด 0.6 เมตร

1.1.4 ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์สำหรับเสื้อผ้าพับ ขนาด 0.6 เมตร

1.1.5 ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์เข้ามุมขนาด 1.2 เมตร

ในปัจจุบันบริษัทมีการใช้โปรแกรม HaiXunSoft มาช่วยในการแสดงผล เพื่อวางแผนตัดแผ่นไม้ก่อนนำเข้าเครื่องตัด ผู้ใช้งานจะเรียงแผ่นไม้ก่อนการตัด โดยเรียงจากแผ่นไม้แผ่นที่ใหญ่ที่สุดก่อน และแผ่นต่อไปเพื่อให้เหลือพื้นที่ว่างน้อยที่สุดตามประสบการณ์ของผู้ใช้งาน จากการเก็บข้อมูลในเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2563 ถึง เดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2563 พบว่า ในการตัดแผ่นไม้เพื่อทำตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์ทั้งหมด 5 แบบของบริษัท มีปริมาณเศษไม้เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 96.06 ตารางเมตร คิดเป็น 16.30 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณแผ่นไม้ที่ใช้ทั้งหมด เศษไม้เหล่านี้จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดเฉลี่ย 2,400 บาทต่อเดือน ค่าใช้จ่ายในการกำจัดคิดเป็น 9 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิต ทำให้บริษัทต้องการลดปริมาณเศษไม้ลงเพื่อลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ นอกจากนี้บริษัทยังคาดหวังว่าจะหาวิธีการจัดวางแบบแผ่นไม้ที่ดีขึ้น ที่ช่วยลดจำนวนแผ่นไม้

วัตถุดิบเพื่อลดต้นทุนการใช้แผ่นไม้ลง และสามารถนำเศษไม้เหลือทิ้งไปสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ได้อีก

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการหาวิธีการกำหนดแบบแผนการตัดไม้ที่เหมาะสมสำหรับตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์ ที่จะช่วยลดปริมาณการใช้แผ่นไม้วัตถุดิบ และลดปริมาณเศษไม้ที่ต้องนำไปทิ้ง โดยใช้วิธีฮิวริสติก (Heuristic Algorithm) ที่มีประสิทธิภาพสำหรับปัญหาการตัดแบบ 2 มิติ ซึ่งได้แก่วิธี Best Fit Direct มาจัดเรียงแผ่นไม้ชิ้นส่วนตู้ลงบนแผ่นไม้วัตถุดิบ จากนั้นทำการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณจำนวนแผ่นไม้วัตถุดิบที่ต้องใช้และสร้างแผนผังการวางจัดเรียงแผ่นไม้ชิ้นส่วนด้วย Microsoft Excel VBA เพื่อช่วยให้บริษัทสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ง่ายต่อแผนกตัดและแผนกประกอบชิ้นส่วนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

เพื่อหาวิธีการวางแบบแผน (Pattern) หรือการจัดเรียงแผ่นไม้ชิ้นส่วนของตู้เสื้อผ้าบนแผ่นไม้วัตถุดิบที่ช่วยให้เหลือเศษไม้ลดลงจากวิธีปัจจุบันของบริษัท และสร้างโปรแกรมเพื่อประมวลผลและแสดงผลการจัดเรียงในรูปแบบแผนผัง

1.3 ขอบเขตและสมมติฐาน

วิธีการวางแบบแผนการตัดไม้ในงานวิจัยนี้สร้างขึ้นภายใต้ขอบเขตและสมมติฐานดังต่อไปนี้

1.3.1 ขนาดของแผ่นไม้ที่นำมาเป็นวัตถุดิบหลักในการตัดซึ่งมีขนาด 1,220 x 2,440 มิลลิเมตร

1.3.2 การจัดเรียงแผ่นไม้จะพิจารณาตามลายแผ่นไม้พาติเคิล (Particle board) แบบมีลาย

1.3.3 พิจารณาเฉพาะการตัดไม้สำหรับตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการวางแผนการตัดแผ่นไม้วัตถุดิบเพื่อทำตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์ในงานวิจัยนี้จัดเป็นปัญหาการตัดวัสดุแบบ 2 มิติ (Two-Dimensional Cutting Stock Problem: 2DCSP) ซึ่งเป็นปัญหาเกี่ยวกับการตัดวัสดุสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีอยู่ออกเป็นชิ้นส่วนสี่เหลี่ยมมุมฉากขนาดเล็ก ๆ ให้ได้ตามจำนวนและขนาดที่ต้องการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ต่าง ๆ

เช่น เศษวัสดุเหลือน้อยที่สุด ต้นทุนการใช้วัสดุน้อยที่สุด หรือ กำไรมากที่สุด เป็นต้น [1] ปัญหานี้มักเกิดขึ้นในอุตสาหกรรม การผลิตต่าง ๆ เช่น การตัดกระดาษ การตัดไม้ หรือการตัด กระดาษ เป็นต้น

2.1 การหาคำตอบสำหรับปัญหา 2DCSP

ปัญหา 2DCSP จัดเป็นปัญหา NP-hard คือเป็น ปัญหาที่มีความซับซ้อนการคำนวณหาคำตอบใช้ระยะเวลา นานขึ้นแบบเอกซ์โพเนนเชียลเมื่อปัญหามีขนาดใหญ่ หรือตัวแปรจำนวนมาก [2] วิธีการแก้ปัญหา 2DCSP มี 2 ประเภท ดังต่อไปนี้

2.1.1 วิธีแม่นยำตรง (Exact Algorithms)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหา 2DCSP จัด อยู่ในประเภทปัญหาคำหนดการเชิงจำนวนเต็ม (Integer Programming Problems) วิธีแม่นยำตรงสำหรับปัญหานี้ ได้แก่ วิธีการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (Branch and Bound Algorithm) วิธีการแตกกิ่งและการตัด (Branch and Cut Algorithm) วิธีการแตกกิ่งและการพิจารณาค่าตัว แปร (Branch and Price Algorithm) เป็นต้น [3] แต่การ แก้ปัญหาคำหนดการเชิงจำนวนเต็มด้วยวิธีเหล่านี้สำหรับ ปัญหา 2DCSP ใช้ระยะเวลาในการแก้ปัญหายาวนาน Gilmore และ Gomory [4] จึงนำเสนอวิธีการแปลง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหา 2DCSP ให้อยู่ใน รูปแบบปัญหาคำหนดการเชิงเส้นซึ่งเป็นการผ่อนปรนเงื่อนไข การเป็นจำนวนเต็มออก และ เป็นการควบคุมขนาดของตัว แปร n ไม่ให้มากเกินไปที่จะหาคำตอบได้ ทำให้ช่วยลด ระยะเวลาในการแก้ปัญหาได้ จากเวลาในการทำงานด้วย โปรแกรมเดิม 18 วินาที เหลือ 7 วินาที ซึ่งวิธีการนี้สามารถใช้ แก่ปัญหาที่มีขนาดเล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่หาก ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ยังคงต้องใช้เวลาในการคำนวณเพื่อหา คำตอบที่ดีที่สุด

2.1.2 วิธีการหาคำตอบแบบการประมาณ (Approximation Algorithms)

วิธีฮิวริสติกเพื่อหาคำตอบแบบง่าย และรวดเร็วถูก นำมาช่วยในการแก้ไขปัญหามีขนาดใหญ่ โดยคำตอบที่ได้ อาจจะไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดอย่าง เช่น วิธีแม่นยำตรง อย่างไรก็ตาม

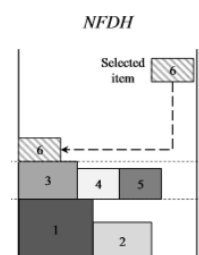
ตามวิธีฮิวริสติกเป็นวิธีการที่สามารถหาคำตอบได้อย่างมี ประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับในการแก้ปัญหาในระยะเวลา อันสั้น ซึ่งวิธีฮิวริสติกสำหรับปัญหา 2DCSP มีอยู่ด้วยกัน หลายวิธี ได้แก่ วิธีฮิวริสติกส์ที่พิจารณาการจัดเรียงตาม ตำแหน่งอ้างอิง (Positioning-Based Heuristics) [5], วิธีฮิว ริสติกส์ที่จัดเรียงตามความพอดีของชิ้นงานกับพื้นที่ (Fitness-based heuristics) [6] , วิธีฮิวริสติกส์ที่จัดเรียง ตามระดับของชิ้นงาน (Level Based Heuristics) [7]

2.2 หลักการของวิธีฮิวริสติกที่จัดเรียงตามระดับของ ชิ้นงาน (Level Based Heuristics)

แนวคิดของ Level Based Heuristics คือการบรรจุ ชิ้นงานลงในระดับต่าง ๆ จะขนานการตัดแบบกียอดิน ตาม แนวตัดขวางของความยาว ความสูงของแต่ละระดับแทนด้วย i โดยชิ้นงานที่สูงที่สุด (Hi) จะเป็นตัวกำหนดความสูงของระดับ นั้น โดยวิธีทางฮิวริสติกในการจัดระดับมีด้วยกัน 7 แบบ ตามที่ Coffman et al. [7] ได้สรุปไว้ดังนี้

2.2.1 Next Fit Decreasing Height Algorithm (NFDH)

วิธี NFDH เป็นวิธีการที่นำชิ้นงานมาจัดเรียงตาม ความสูงโดยจะเรียงจากสูงที่สุดไปยังต่ำสุด (Non-Increasing Height) จากนั้นชิ้นงานที่สูงที่สุดจะถูกวางตำแหน่งด้านล่าง ซ้ายสุดโดยความสูงของระดับจะเท่ากับชิ้นงานชิ้นนั้น จากนั้น ชิ้นงานถัดไปจึงวางต่อตามระดับที่ชิ้นงานก่อนหน้าอยู่ หาก ความยาวชิ้นงานชิ้นถัดไปยาวกว่าพื้นที่ว่างที่เหลืออยู่ชิ้นงาน นั้นก็จะถูกวางในชั้นถัดไปชิ้นงานดังกล่าวจะถูกบรรจุลงใน ระดับถัดไปที่ถูกสร้างขึ้นมาเหนือระดับเดิม และชิ้นงาน สามารถถูกบรรจุลงระดับได้เพียงระดับปัจจุบัน และระดับ ถัดไปเท่านั้น ไม่สามารถบรรจุลงในระดับก่อนหน้าได้ ตัวอย่างของรูปแบบการจัดเรียงไม่ตามวิธีนี้แสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 รูปแบบการจัดเรียงไม่ด้วยวิธี NFDH

2.2.2 First Fit Decreasing Height Algorithm (FFDH)

วิธี FFDH เป็นวิธีการที่นำชิ้นงานมาจัดเรียงตามความสูงโดยจะเรียงจากสูงที่สุดไปยังต่ำสุด (Non-Increasing Height) จากนั้นชิ้นงานที่สูงที่สุดจะถูกวางตำแหน่งด้านล่างซ้ายสุดโดยความสูงของระดับจะเท่ากับชิ้นงานชิ้นนั้น จากนั้นชิ้นงานถัดไปจึงวางต่อตามระดับที่ชิ้นงานก่อนหน้าอยู่ หากความยาวชิ้นงานชิ้นถัดไปยาวกว่าพื้นที่ว่างที่เหลืออยู่ ชิ้นงานนั้นก็จะถูกวางในชั้นถัดไป ชิ้นงานดังกล่าวจะถูกบรรจุลงในระดับถัดไปที่ถูกสร้างขึ้นมาก่อนระดับเดิม และชิ้นงานสามารถบรรจุในระดับที่ต่ำกว่าระดับปัจจุบันได้หากระดับก่อนหน้านี้มีพื้นที่เพียงพอให้กับชิ้นงาน ตัวอย่างของรูปแบบการจัดเรียงไม้ตามวิธีนี้แสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 รูปแบบการจัดเรียงไม้ FFDH

2.2.3 The Best Fit Decreasing Height (BFDH)

วิธี BFDH มีความคล้ายคลึงกับวิธี FFDH ยกเว้นการเลือกชิ้นงานระดับที่จะใช้บรรจุชิ้นงาน ชิ้นงานจะถูกบรรจุลงในระดับที่มีพื้นที่ว่างเหลือน้อยก่อน นั่นหมายความว่าระดับก่อนหน้านี้จะถูกค้นหาเพื่อหาพื้นที่ที่จะบรรจุชิ้นงานที่ถูกใช้ไปก่อนหน้านี้ และชิ้นงานที่ถูกบรรจุลงในระดับนั้นจะทำให้ระดับนั้นมีความกว้างเหลือน้อยลง [8]

2.2.4 Modified The Best Fit Decreasing Height (MBFDH)

วิธี MBFDH ถูกดัดแปลงมาจากวิธี BFDH โดยมีการดัดแปลงให้แตกต่างจาก วิธี BFDH อยู่ 2 อย่าง การดัดแปลงอย่างแรก คือ ชิ้นงานสามารถหมุนได้ถ้าหากจำเป็น โดยเหลือพื้นที่ว่างในการบรรจุชิ้นงานในระดับเพื่อนำไปใช้ดัดแปลง ในขั้นตอนที่สองจะนำ Extra Algorithm มาทดสอบว่าปริสเปซเหลือมีพื้นที่พอที่จะบรรจุชิ้นงานที่ด้านล่างของระดับได้หรือไม่ ถ้ามีพื้นที่เหลือไม่พอจะสร้างปริสเปซในระดับต่อไป

ขึ้นมาใหม่ โดย Extra Algorithm จะจัดเรียงข้อมูลชิ้นงานที่ความสูงมากไปน้อยจากนั้นพิจารณาจากปริสเปซที่มีพื้นที่ใหญ่ที่สุดก่อน และจะบรรจุชิ้นงานลงทางด้านล่างซ้ายของปริสเปซ และทำการอัปเดตปริสเปซ กระบวนการนี้จะทำซ้ำจนกว่าจะมีพื้นที่ว่างไม่เพียงพอต่อการบรรจุชิ้นงาน [9]

2.2.5 The Best Fit with Stacking (BFS)

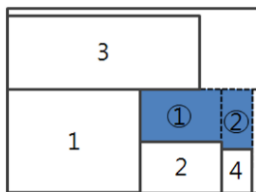
วิธี BFS ถูกพัฒนามาจากวิธี BFDH จะใช้วิธีการของ FFDH สำหรับปริสเปซที่เหลือเมื่อชิ้นงานถูกบรรจุลงไปแล้วด้านล่างสุดของระดับ โดยชิ้นงานจะถูกจัดเรียงตามความสูง จากมากไปน้อย และถ้าความสูงของชิ้นงานเท่ากันจะเรียงตามความกว้างจากมากไปน้อย และถ้าความสูงเท่ากันจะจัดเรียงจากด้านที่กว้างสุดไปยังด้านที่กว้างน้อยสุด (Non-Increasing Height and Non-increasing Width: DHDW) สำหรับชิ้นงานแรกที่ไม่ได้ถูกบรรจุ จะถูกบรรจุลงในระดับที่มีพื้นที่ว่างเหลือน้อยที่สุด เมื่อบรรจุชิ้นงานลงในระดับแล้วปริสเปซก็จะถูกสร้างขึ้น ซึ่งจะใช้วิธี FFDH ในการพิจารณาเลือกปริสเปซมาใช้ อัลกอริทึมจะทำซ้ำจนกว่าไม่สามารถบรรจุชิ้นงานได้อีก [9]

2.2.6 Two Stage Algorithm for Variable-Sized Bins (2SVSB)

วิธี 2SVSB จะเป็นวิธีที่แก้ปัญหา 2 รอบ รอบแรกจะทำการแยกกลุ่มพื้นที่ที่จะบรรจุตาม ขนาดพื้นที่จากมากไปน้อย (Non-increasing Area) และตามความยาวเส้นรอบรูปจากน้อยไปมาก (Increasing Perimeter) ระดับจะถูกบรรจุลงในพื้นที่ที่ใหญ่ที่สุดก่อน โดยจะใช้วิธี First Fit Direct (FFD) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมหนึ่งมิติของวิธี FFDH มาใช้ในการบรรจุระดับลงพื้นที่ว่าง รอบที่สองพื้นที่ว่างจะถูกเรียงลำดับตามขนาดพื้นที่ จากมากไปน้อย (Non-increasing Area) และพื้นที่ว่างใหม่ที่ขนาดเล็กที่สุด ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่รวมของชิ้นงานที่อยู่ในพื้นที่ว่าง ชิ้นงานที่อยู่ในพื้นที่ว่างจะถูกเลือกมาพิจารณา พยายามบรรจุ ชิ้นงานลงในพื้นที่ว่างที่ถูกเลือกมาใหม่อีกครั้ง ถ้าสามารถบรรจุได้ ชิ้นงานชิ้นนั้นจะถูกบรรจุลงในพื้นที่ว่างที่ถูกเลือก แต่ถ้าไม่สามารถบรรจุได้ พื้นที่ว่างอันถัดไปที่มีขนาดใหญ่กว่าจะถูกเลือกแทน กระบวนการนี้จะทำซ้ำจนกว่าจะไม่มีพื้นที่ว่างที่สามารถบรรจุชิ้นงานได้อีก [9]

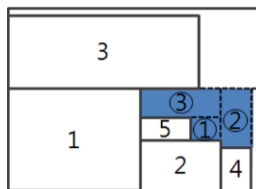
2.2.7 The Best Fit Direct (BFD)

วิธี BFD ถูกพัฒนามาจากวิธี BFDH โดยการสร้างระดับหลายๆ ระดับขึ้นมา และใช้ประโยชน์จากฟริสเปซชิ้นงานจะถูก เรียงในแนวนอน และในเซตของชิ้นงานจะถูกเรียงด้วยวิธี DHDW [10] ชิ้นงานชิ้นแรกในเซตจะถูกบรรจุลงไป ในบริเวณมุมล่างซ้ายของพื้นที่ว่าง ชิ้นงานนี้จะเป็นตัวสร้างระดับแรกขึ้นมา และความสูงของชิ้นงานนี้จะกลายเป็นความสูงของระดับแรกในพื้นที่ที่อยู่เหนือชิ้นงานในระดับเรียกว่า ฟริสเปซ สามารถแสดงได้ด้วยกล่องสี่เหลี่ยมสีน้ำเงินเมื่อ ฟริสเปซ 1 อยู่ด้านบนชิ้นงานที่ 2 ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ฟริสเปซในพื้นที่ว่าง

ถ้าชิ้นงานที่ 5 ถูกบรรจุลง ในฟริสเปซ 1 ทำให้ ฟริสเปซ 1 ถูกแบ่งออกเป็น 2 ขนาด คือฟริสเปซ 1 และ ฟริสเปซ 3 ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ฟริสเปซในพื้นที่ว่างหลังบรรจุชิ้นงานลง ฟริสเปซ 1

Park et al. [11] ได้ศึกษาวิธีแก้ปัญหาของการตัดแผ่นกระจกเพื่อให้ได้ผลผลิตมากที่สุด ด้วยหลักการ Level Based Heuristics ได้นำวิธี FFDH, BFDH, MBFDH, BFS และ BFD มาเปรียบเทียบผลผลิตเฉลี่ย (Average Yield) พบว่าวิธี BFD สามารถลดจำนวนของเสียที่เกิดจากการตัดแผ่นกระจกได้ดีที่สุด โดยให้ค่าผลผลิตเฉลี่ยที่สูงที่สุดจากการตัดกระจก จากรูปแบบการตัดแผ่นไม้จะใช้วิธีเดียวกันกับการตัดแผ่นกระจก ด้วยการตัดแบบ 2 มิติ รูปทรงสี่เหลี่ยม ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธี BFD มาวางแผนการตัดไม้

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

วิธีดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลการวางแผนการตัดไม้สำหรับทำตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์ทั้ง 5 แบบที่บริษัทใช้ในปัจจุบัน โดยข้อมูลประกอบไปด้วย

3.1.1 จำนวนและขนาดของแผ่นไม้ชิ้นส่วนที่ใช้ประกอบเป็นตู้เสื้อผ้า 1 ตู้

3.1.2 แผนผัง (Layout) การจัดเรียงแผ่นไม้ชิ้นส่วนบนแผ่นไม้วัตถุดิบจากโปรแกรมการตัดไม้ของบริษัท

3.1.3 ปริมาณเศษไม้เหลือจากการจัดวางแผ่นไม้ที่ได้จากโปรแกรมการตัดไม้ของบริษัท

3.2 การศึกษาวิธีการแก้ไขปัญหา 2DCSP

ทำการศึกษาวิธีการแก้ปัญหาด้วยการศึกษาบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องและทฤษฎีการแก้ปัญหา 2DCSP จากหนังสือตำราและบทความทางวิชาการ จากการศึกษาพบว่าวิธีการที่มีการค้นพบว่ามีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาวิธีการหนึ่ง คือวิธี BFD จึงทำการเลือกมาพัฒนาโปรแกรมต่อไป

3.3 การออกแบบตารางการกรอกข้อมูลของโปรแกรม Visual Basic for Applications (VBA)

โปรแกรมสำหรับการจัดทำแบบแผนการตัดไม้ แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

3.3.1 ส่วนกรอกข้อมูลนำเข้า (Input) คือ ตารางข้อมูลแผ่นไม้ซึ่งเป็นตารางที่ให้กรอกขนาดของแผ่นไม้ชิ้นส่วนประกอบตู้เสื้อผ้า ดังรูปที่ 5 โดยให้ผู้ใช้โปรแกรมกรอกค่าความกว้างและความยาวในคอลัมน์ความกว้างและคอลัมน์ความยาว ในหน่วย มิลลิเมตร ตามลำดับ รหัสในตารางข้อมูลแผ่นไม้ เป็นรหัสของแผ่นไม้ชิ้นส่วนตู้เสื้อผ้าเพื่อใช้ระบุตำแหน่งประกอบในตู้แต่ละประเภท โดยรหัสจะมีทั้งหมด 4 หลัก หลักที่ 1 แทนประเภทของตู้เสื้อผ้า หลักที่ 2 แทนชุดที่ของตู้เสื้อผ้า และ อีก 2 หลักที่เหลือ คือลำดับของแผ่นไม้ภายในตู้เสื้อผ้า

ข้อมูลแผ่นไม้			
รหัส	กว้าง (มิลลิเมตร)	ยาว (มิลลิเมตร)	จำนวน
1001	598	2382	1
1002	598	2382	1
1003	588	2278	1
1004	588	2278	1
1005	1168	100	1
1006	597.5	1855.5	1
1007	597.5	1855.5	1
1008	597.5	439.5	1
1009	597.5	439.5	1
1010	1166	98	1
1011	598	1166	1
1012	598	1198	1
1013	564	1168	1
1014	484	1168	1
1015	1168	49	1
1016	484	868	1
1017	564	418	1
1018	478	297	1
1019	478	297	1
1020	1168	98	1
1021	852	49	1

รูปที่ 5 ส่วนกรอกข้อมูลขนาดของแผ่นไม้

3.3.2 ส่วนเรียงข้อมูลตามขนาดความยาวของแผ่นไม้
ชั้นส่วนของตู้เสื้อผ้าตามลายไม้ ด้วยวิธี DHDW โดยการนำ
ค่าความยาวทั้งหมดมาเปรียบเทียบกับ ความยาวของแผ่นไม้
แผ่นไหนยาวสุดจะนำมาเรียงไว้เป็นลำดับแรก โดยจะ
เรียงลำดับตามความยาวลดลงไปเรื่อย ๆ หากความยาวของ
แผ่นไม้ ของทั้ง 2 แผ่น ที่ทำการเปรียบเทียบมีความยาว
เท่ากัน จะพิจารณาความกว้างแทน โดยจะใช้แผ่นไม้ที่มี
ความกว้างกว่าเรียงก่อน ดังรูปที่ 6

เรียงขนาดแผ่นไม้			
รหัส	กว้าง (มิลลิเมตร)	ยาว (มิลลิเมตร)	จำนวน
1001	598	2382	1
1002	598	2382	1
1003	588	2278	1
1004	588	2278	1
1006	597.5	1855.5	1
1007	597.5	1855.5	1
1012	598	1198	1
1013	564	1168	1
1014	484	1168	1
1011	598	1166	1
1016	484	868	1
1008	597.5	439.5	1
1009	597.5	439.5	1
1017	564	418	1
1018	478	297	1
1019	478	297	1
1005	1168	100	1
1010	1166	98	1
1020	1168	98	1
1015	1168	49	1
1021	852	49	1

รูปที่ 6 ส่วนเรียงข้อมูลตามขนาดความยาว ด้วยวิธี DHDW

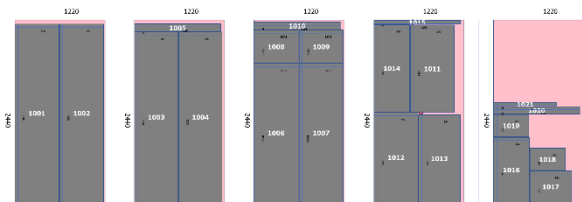
3.3.3 ส่วนกำหนดค่าพารามิเตอร์ของแผ่นไม้วัตถุดิบ
ที่ใช้ในการตัด ค่าที่กำหนดไว้ในตารางขนาดแผ่นไม้วัตถุดิบ
คือ ขนาดแผ่นไม้วัตถุดิบซึ่งมีขนาดเดียว คือ กว้าง x ยาว
เท่ากับ 1,220 x 2,440 มิลลิเมตร ค่าที่กำหนดในตาราง
ระยะห่างระหว่างแผ่นไม้ กำหนดไว้ที่ 8 มิลลิเมตรตามเส้น
ผ่านศูนย์กลางของดอกสว่านที่ใช้ตัด ดังรูปที่ 7 เพื่อใช้ใน
ขั้นตอนการคำนวณค่าเผื่อดอกสว่านระหว่างแผ่นไม้ และใช้

ในการสร้างแผนผังการจัดวางแผ่นไม้ขึ้นส่วนประกอบตู้บน
แผ่นไม้วัตถุดิบในส่วนที่ 4 ของโปรแกรม

ระยะห่างระหว่างแผ่นไม้ (มิลลิเมตร)	ขนาดแผ่นไม้ดิบ	มิลลิเมตร
8	กว้าง	1220
	ยาว	2440

รูปที่ 7 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ขนาดของแผ่นไม้วัตถุดิบ

3.3.4 ส่วนแสดงผลลัพธ์ (Output) ผลลัพธ์
ประกอบด้วย ตารางแสดงจำนวนแผ่นไม้ที่ใช้และปริมาณเศษ
เหลือ และแผนผังการจัดวางแผ่นไม้ขึ้นส่วนตู้เสื้อผ้า ดังรูปที่
8 ซึ่งจะเป็นส่วนที่แสดงรูปของการเรียงแผ่นไม้เพื่อเป็นแบบ
แผนการตัดไม้ ตามข้อมูลที่กรอกลงไปในส่วนที่ 1

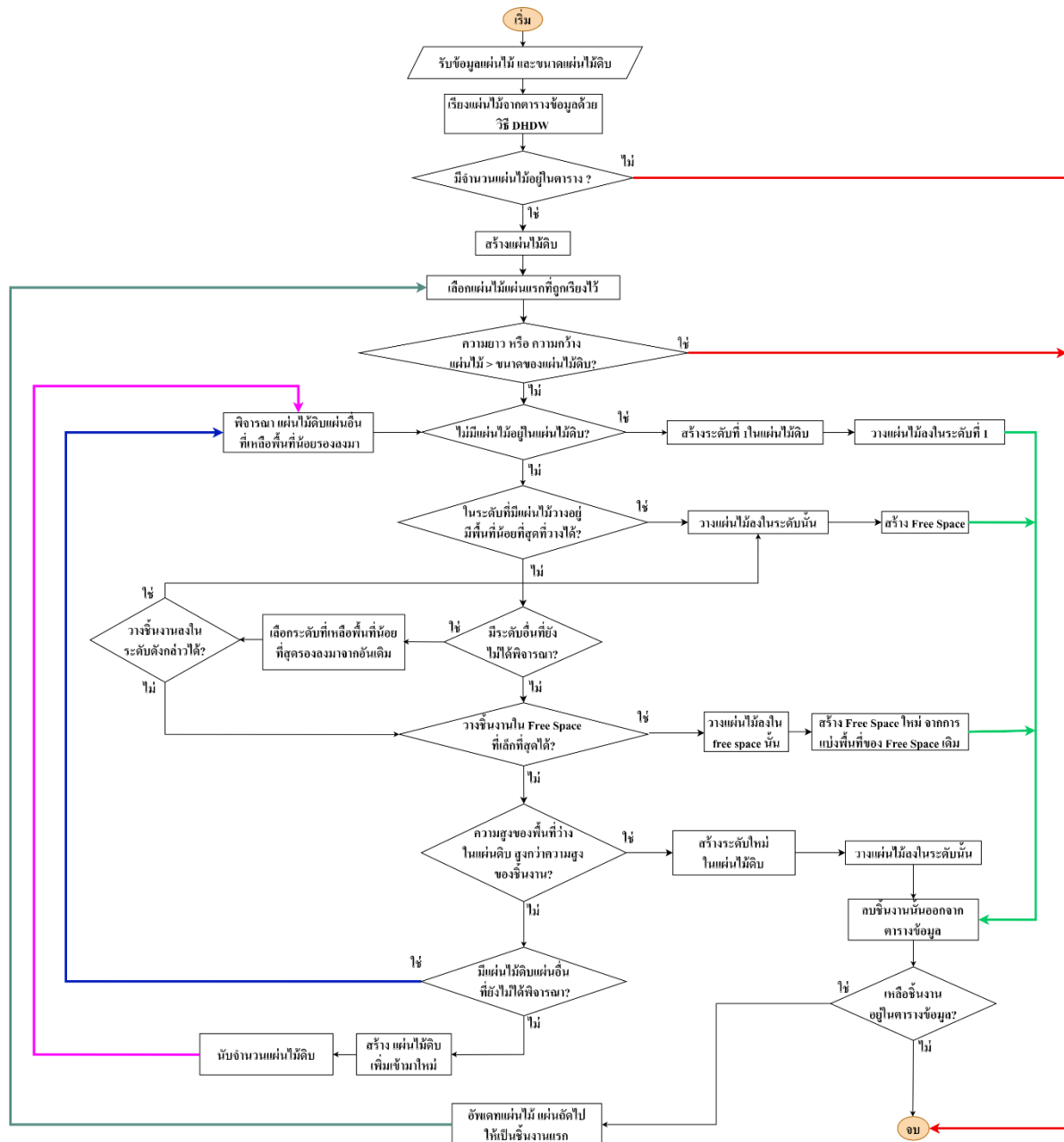


รูปที่ 8 แผนผังการจัดวางแผ่นไม้ขึ้นส่วนตู้เสื้อผ้า

3.4 พัฒนาโปรแกรมในส่วนแก้ปัญหา 2DCSP ด้วยวิธี BFD

วิธี BFD จะนำข้อมูลความกว้าง และความยาวของ
แผ่นไม้ มาเรียงลำดับด้วยวิธี DHDW ก่อนจากนั้นจะทำการ
เลือกแผ่นไม้ที่มีขนาดยาวที่สุดนำมาเรียงในพื้นที่ว่าง โดย
แผ่นไม้ที่นำมาเรียงในพื้นที่ว่างจะเริ่มเรียงจากทางด้านซ้าย
ล่างสุดก่อน จากนั้นความสูงของแผ่นไม้ที่วางลงไปจะถูก
กำหนดให้เป็นความสูงของระดับนั้น เมื่อแผ่นไม้แผ่นต่อไปไม่
สามารถวางในพื้นที่ที่เหลือน้อยที่สุดของระดับที่พิจารณา จะ
ทำการนำความสูงของไม้แผ่นที่ต้องการวางไปเทียบกับความ
สูงของพื้นที่ว่างที่เหลือจากระดับก่อนหน้า ถ้าหากความสูงของ
แผ่นไม้ที่จะนำไปวาง มีความสูงน้อยกว่าความสูงของพื้นที่ที่
เหลือ ให้ทำการวางแผ่นไม้นั้นลงไปตามด้านซ้ายมือ ระดับ
ใหม่ก็จะเกิดขึ้น ในกรณีที่แผ่นไม้ดิบไม่สามารถสร้างระดับ
ขึ้นมาได้อีก การวางแผ่นไม้แผ่นต่อไปจะพิจารณาจาก
พื้นที่ที่เหลือที่เกิดขึ้นในแต่ละระดับหากความสูงของแผ่นไม้
สามารถวางในพื้นที่ที่เหลือได้ พื้นที่ที่เหลือจะทำการอัปเดตพื้นที่ว่าง
ของพื้นที่ที่เหลือ หากไม่สามารถวางแผ่นไม้ในพื้นที่ที่เหลือได้
แล้วจะทำการสร้างแผ่นไม้ดิบแผ่นต่อไปเพื่อบรรจุแผ่นไม้ที่
ต้องการพิจารณาต่อไปอีกจนหมด วิธีการ BFD สามารถเขียน

เป็นแผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมได้ดังรูปที่ 9 โปรแกรมการวางแผนการตัดไม้ด้วย Microsoft Excel จากนั้นนำขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมไปพัฒนาเป็น VBA



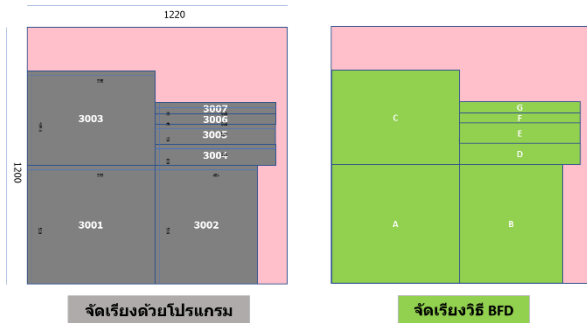
รูปที่ 9 แผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมวางแผนการตัดไม้

3.5 การทดสอบโปรแกรม

สร้างปัญหา 2DCSP ขนาดเล็กจากข้อมูลแผ่นไม้
ชิ้นส่วนของตู้เสื้อผ้าแต่ละประเภทโดยเลือกใช้ข้อมูลเพียง
บางส่วน เช่นเลือกใช้ขนาดของแผ่นไม้ชิ้นส่วนของตู้เสื้อผ้า
เพียงลำดับที่ 1 – 5 เป็นต้น เพื่อให้สามารถนำข้อมูลมา

ทดลองจัดเรียงด้วยวิธี BFD และวาดภาพจำลองการจัดวาง
แผ่นไม้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดจริง ลงบน Microsoft

Excel จำนวน 10 ปัญหา และนำผลการจัดเรียงแผ่นไม้มาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม จากการทดสอบโปรแกรมสามารถทำงานได้และให้ผลลัพธ์ตรงตามวิธี BFD ดังตัวอย่าง ในรูปที่ 10



รูปที่ 10 เปรียบเทียบการจัดเรียงวิธี BFD กับผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม

3.6 นำโปรแกรมไปใช้งาน

นำข้อมูลแผ่นไม้ชิ้นส่วนตู้เสื้อผ้าแต่ละแบบกรอกในส่วนข้อมูลนำเข้าที่ละประเภทของตู้เสื้อผ้า จากนั้นเก็บค่าผลลัพธ์จากโปรแกรม ซึ่งได้แก่ จำนวนแผ่นไม้วัตถุดิบและปริมาณเศษไม้เหลือ และแผนผังการจัดวางแผ่นไม้ชิ้นส่วนของตู้เสื้อผ้า นำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดวางแผ่นไม้ด้วยวิธีปัจจุบันของบริษัท และทดลองนำโปรแกรมไปใช้งาน โดยป้อนข้อมูลการวางแบบแผนที่ได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นให้เครื่องตัดทำการตัดตามที่กำหนดไว้

4. ผลการวิจัย

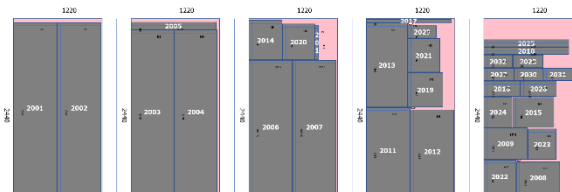
จากการนำโปรแกรมการวางแผนตัดแผ่นไม้ไปใช้ในการวางแบบแผ่นไม้ชิ้นส่วนของตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์ทั้ง 5 ประเภท ให้ผลลัพธ์ดังนี้

4.1 แบบแผนในการตัดแผ่นไม้สำหรับตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์แบบที่ 1 ขนาด 1.2 เมตร แสดงได้ดังรูปที่ 11 พบว่าใช้แผ่นไม้วัตถุดิบจำนวนทั้งหมด 5 แผ่น มีปริมาณเศษไม้เหลือเท่ากับ 1.49 ตารางเมตร



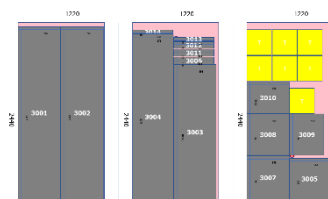
รูปที่ 11 แบบแผนการตัดแผ่นไม้ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์ขนาด 1.2 เมตร

4.2 แบบแผนในการตัดแผ่นไม้สำหรับตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์แบบที่ 2 ขนาด 1.2 เมตร พร้อมลิ้นชัก แสดงได้ดังรูปที่ 12 พบว่าใช้แผ่นไม้วัตถุดิบจำนวนทั้งหมด 5 แผ่น มีปริมาณเศษไม้เหลือเท่ากับ 1.82 ตารางเมตร



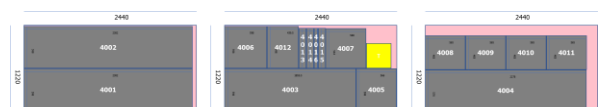
รูปที่ 12 แบบแผนการตัดแผ่นไม้ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์ขนาด 1.2 เมตร พร้อมลิ้นชัก

4.3 แบบแผนในการตัดแผ่นไม้สำหรับตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์แบบที่ 3 ขนาด 0.6 เมตร แสดงได้ดังรูปที่ 13 พบว่าใช้แผ่นไม้วัตถุดิบจำนวนทั้งหมด 3 แผ่น มีปริมาณเศษไม้เหลือเท่ากับ 1.02 ตารางเมตร



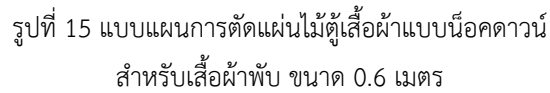
รูปที่ 13 แบบแผนการตัดแผ่นไม้ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์ขนาด 0.6 เมตร

4.4 แบบแผนในการตัดแผ่นไม้สำหรับตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์แบบที่ 4 สำหรับเสื้อผ้าพับ ขนาด 0.6 เมตร แสดงได้ดังรูปที่ 14 พบว่าใช้แผ่นไม้วัตถุดิบจำนวนทั้งหมด 3 แผ่น มีปริมาณเศษไม้เหลือเท่ากับ 0.97 ตารางเมตร



รูปที่ 14 แบบแผนการตัดแผ่นไม้ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์สำหรับเสื้อผ้าพับ ขนาด 0.6 เมตร

4.5 แบบแผนในการตัดแผ่นไม้สำหรับตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์แบบที่ 5 แบบเข้ามุมขนาด 1.2 เมตร แสดงได้ดังรูปที่ 15 พบว่าใช้แผ่นไม้วัตถุดิบจำนวนทั้งหมด 5 แผ่น มีปริมาณเศษไม้เหลือเท่ากับ 2.00 ตารางเมตร



ตารางที่ 1 จำนวนตุ้สือเสื้อผ้าแบบน็อคดาว์นที่ผลิต ในเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2563 ถึง เดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2563

จากข้อมูลในรูปที่ 16 เมื่อคำนวณจำนวนแผ่นไม้
วัตถุดิบที่ต้องใช้ทั้งหมดตลอด 4 เดือน เปรียบเทียบระหว่าง
การจัดเรียงแผ่นไม้ด้วยวิธีเดิม กับ วิธี BFD พบว่ามีค่าเท่ากัน
ในตู้เสื้อผ้าแบบนี้ออศดว้นแบบที่ 1 ถึง 4 ในขณะที่แบบที่ 5
วิธี BFD ใช้จำนวนแผ่นไม้วัตถุดิบรวม 5 แผ่น/ตู้ $\times 4$ ตู้ = 20
แผ่น ดังแสดงในข้อ 1 ของตารางที่ 2 วิธีเดิมใช้จำนวนแผ่น
ไม้วัตถุดิบรวม 6 แผ่น/ตู้ $\times 4$ ตู้ = 24 แผ่น นอกจากนี้ เศษ
ไม้ที่เหลือจากการวางแบบแผนการตัดด้วยวิธี BFD มีขนาดที่
เกินกว่า 350 x 350 มิลลิเมตร จึงสามารถนำไปเพิ่มมูลค่า
ด้วยการผลิตเป็นตู้วางของขนาด 350 x 350 มิลลิเมตรได้
การวางแบบแผนการตัดเศษไม้ที่มีขนาดเกินกว่า 350 x 350
มิลลิเมตร สามารถทำได้โดยการป้อนขนาดของเศษไม้เข้า
โปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมวางแผนการตัดเศษไม้เป็นขนาด

จากข้อมูลการผลิตตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์ ในเดือน
พฤษภาคม ปี พ.ศ. 2563 ถึง เดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2563
พบว่า ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์แบบที่ 1 ผลิตจำนวนทั้งหมด
6 ตู้ ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์แบบที่ 2 ผลิตจำนวนทั้งหมด 18
ตู้ ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์แบบที่ 3 ผลิตจำนวนทั้งหมด 3 ตู้
ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์แบบที่ 4 ผลิตจำนวนทั้งหมด 15 ตู้
และ ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์แบบที่ 5 ผลิตจำนวนทั้งหมด 4
ตู้ ดังตารางที่ 1

350 x 350 มิลลิเมตรได้ เศษไม้เหลือทิ้งจากการตัดเศษไม้นี้ จะถูกนำไปกำจัดทิ้งต่อไป จากความสามารถของโปรแกรม การวางแผนการตัดด้วยวิธีเดิม ไม่สามารถป้อนข้อมูลขนาดของเศษไม้ ขนาด 350 x 350 มิลลิเมตร และขนาดอื่นๆ เพื่อให้โปรแกรมวางแผนการตัดเศษไม้ได้ จึงทำให้การตัดไม้ด้วยวิธีเดิมเหลือเศษไม้เหลือทิ้งปริมาณมาก จำนวนแผ่นไม้ขนาด 350 x 350 มิลลิเมตร ที่ตัดได้จากเศษไม้เหลือจากวิธีเดิมและวิธี BFD แสดงไว้ในข้อที่ 2 ในตารางที่ 2 จากนั้นทำการคำนวณพื้นที่เศษไม้เหลือทิ้งรวมทั้งหมดจากการนำพื้นที่ของแผ่นไม้วัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ลบด้วยพื้นที่แผ่นไม้ขนาด 350 x 350 มิลลิเมตรที่ตัดได้ จะได้ตั้ง ข้อ 3 ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวัดค่าของแบบแผนการเรียงแผ่นไม้ ระหว่างวิธีเดิม กับ วิธี BFD

ค่าวัดประสิทธิภาพของการวางแผนการตัดไม้	วิธีการตัดแผ่นไม้	ตู้เสื้อผ้าแบบน็อคดาวน์แบบที่					
		1	2	3	4	5	รวม
1. จำนวนแผ่นไม้ดิบที่ใช้ (แผ่น)	วิธีเดิม	30	90	9	45	24	198
	วิธี BFD	30	90	9	45	20	194
2. แผ่นไม้ 350 x 350 มิลลิเมตร (แผ่น)	วิธีเดิม	0	0	0	0	0	0
	วิธี BFD	54	0	21	15	48	138
3. พื้นที่เศษเหลือทิ้ง (ตร.ม.)	วิธีเดิม	15.54	32.76	5.61	16.35	25.80	96.06
	วิธี BFD	8.94	32.76	3.06	14.55	8.00	67.31

5. สรุป

การใช้โปรแกรมการวางแผนตัดแผ่นไม้ ด้วยวิธี BFD ทำให้จำนวนรวมของแผ่นไม้วัตถุดิบที่ต้องใช้ผลิตตู้ในช่วง 4 เดือนลดลงจาก 198 แผ่น เหลือ 194 แผ่น คิดเป็น 2.02 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเศษไม้เมื่อจัดเรียงแผ่นไม้ด้วยวิธีเดิม ไม่สามารถสร้างมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์ใด ๆ ได้อีก เนื่องจากเนื่องจากมีขนาดเล็กกว่า 350 x 350 มิลลิเมตรและโปรแกรมเดิมไม่สามารถป้อนข้อมูลของเศษไม้ ขนาด 350 x 350 มิลลิเมตร และขนาดอื่น ๆ ได้ เศษไม้ดังกล่าวจัดเป็นเศษไม้เหลือทิ้งที่ต้องนำไปกำจัดมีจำนวน 96.06 ตารางเมตร ในขณะที่ปริมาณเศษไม้เมื่อจัดเรียงแผ่นไม้ด้วยวิธี BFD ที่มีขนาดเกิน 350 x 350 มิลลิเมตร จึงสามารถนำมาตัดเป็นแผ่นไม้ขนาดเท่ากับ 350 x 350 มิลลิเมตร ได้จำนวนมากถึง 138 แผ่น เศษไม้ขนาดนี้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศษไม้ได้ด้วยการนำไปผลิตเป็นตู้วางของขนาด 350 x 350 มิลลิเมตรได้ถึง 27 ตู้ และทำให้เศษไม้เหลือทิ้งมีเพียง 67.31 ตารางเมตร ซึ่งลดลงจากเดิม 29.93 เปอร์เซ็นต์

6. ข้อเสนอแนะ

โปรแกรมที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้พิจารณาเฉพาะวิธี BFDและเป็นการตัดไม้ที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมโดยคำนึงถึงลายไม้ ซึ่งหากมีการนำไปประยุกต์ใช้กับการตัดไม้รูปทรงที่ไม่ใช่สี่เหลี่ยม หรือการตัดไม้ที่ไม่มีลาย อาจมีการพิจารณาวิธีการอื่นร่วมด้วย

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท คมนานับ อินทีเรียแอนดอคาธิเคเจอร์ จำกัด ผู้ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้ ในการเข้าไปเก็บข้อมูล และศึกษาการทำงาน

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] R. W. Haessler and E. S. Paul., "Cutting stock problems and solution procedures," *European Journal of Operation Research.*, vol. 54, pp. 141–150, 1991.
- [2] G. Evtimov and F. Stefka, "Heuristic algorithm for 2D cutting stock problem," *Large-Scale Scientific Computing.*, vol. 10665, pp. 350–357, 2018.
- [3] จันทรศิริ สิงห์เลื่อน, "การวิจัยดำเนินงาน: อัลกอริทึมและการประยุกต์ใช้," 2559.
- [4] P. C. Gilmore and R. E. Gomory, "A Linear programming approach to the cuttingstock problem," *Operations Research.*, vol. 9, no. 6, pp. 849–859, 1961.
- [5] S. B. Baker, E. G. Coffman Jr. and R. L. Rivest, "Orthogonal packings in two dimensions," *SIAM Journal on Computing.*, vol. 9, no. 4, pp. 846–855, 1980.

- [6] E. K. Burke, G. Kendall and G. Whitwell, "A New placement heuristic for the orthogonal stock-cutting problem," *Orthogonal packings in two dimensions*," *Operations Research*., vol. 52, no. 4, pp. 655-671, 2004.
- [7] E. G. Coffman Jr., M. R. Garey, D. S. Johnson and R. E. Tarjan, "Performance bounds for level-oriented two dimensional packing algorithms," *Society for Industrial and Applied Mathematics*., vol. 9, no. 4, pp. 809-826, 1980.
- [8] J. O. Barkey and P. Y. Wang, "Two - dimensional finite bin-packing algorithms," *Operational Research Society*., vol. 38, no. 5, pp. 423-429, 1987.
- [9] A. Bortfeldt, "A Genetic algorithm for the two-dimensional strip packing problem with rectangular pieces," *European Journal of Operational Research*., vol. 174, pp. 814-837, 2004.
- [10] F. G. Ortmann, N. Ntene, J. H. V. Vuuren, "New and improved level heuristics for the rectangular strip packing and variable-sized bin packing problems," *European Journal of Operational Research*., vol. 203, no. 2, pp. 306-315, 2010.
- [11] K. T. Park, H. R. J. Ryu, H. K. Lee and I. B. Lee, "Development of a heuristic algorithm for cutting stock problems in flat glass production **processes**," *Journal of Chemical Engineering of Japan*., vol. 45, no. 3, pp. 219-227, 2011.